**высшего профессионального образования**

**«Сибирский федеральный университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

##### Директор ИФБ и БТ

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Сапожников В.А./**

**«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.**

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»

Укрупненная группа 020000 «Естественные науки»

Направление 020400 «Биология»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

Базовая кафедра Биотехнологии

Красноярск

2011

**Учебная программа дисциплины**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по укрупненной

группе 020000 «Естественные науки»

направления 020400 «Биология»

магистерская программа 020400.68.24 «Микробиология и биотехнология»

**Программу составили:**

д.б.н. Т.Г. Волова, проф. кафедры биотехнологии ИФБиБТ

д.б.н. Шишацкая Е.И., профессор кафедры медицинской биологии ИФБиБТ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Волова Т.Г.

*(фамилия, и. о., подпись)*

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_\_г.

Учебная программа обсуждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 200\_\_\_ г. протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*(фамилия, и. о., подпись)*

Дополнения и изменения в учебной программе на 200 \_\_/200\_\_ учебный год.

В учебную программу вносятся следующие изменения: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании базовой кафедры биотехнологии

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 200\_\_г. протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т. Г. Волова

*(фамилия, и.о., подпись)*

Внесенные изменения утверждаю:

Директор ИФБ и Б\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. А. Сапожников

*(фамилия, и. о., подпись)*

**1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Цель изучения дисциплины**

Создание экологически чистых материалов с полезными свойствами остается одной из ключевых проблем современности. Наиболее актуален поиск специализированных биосовместимых материалов для сформировавшегося в последние годы нового направления биоматериаловедения – клеточной и тканевой инженерии, – связанного с разработкой биоискусственных органов. Исследования в области новых биоматериалов – это одно из актуальных направлений, соответствующее задачам и уровню развития науки, технологий и техники РФ и перечню критических технологий Российской Федерации, в котором приоритетным направлением являются «Технологии создания биосовместимых материалов». Эти исследования реализуются на стыке медицины, химии высокомолекулярных соединений, биотехнологии, биофизики, молекулярной и клеточной биологии и включают в себя следующие взаимосвязанные задачи: 1) разработка новых материалов, методов их модификации и переработки в специализированные изделия биомедицинского назначения; 2) изучение механизма взаимодействия биоматериалов с кровью и тканями; оценка физико-химических и медико-биологических свойств биоматериалов и изделий из них; 3) экспериментальное исследование и обоснование для применения новых материалов и изделий.

**Цель курса** «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»– дать знания о новейших направлениях биотехнологической науки и практики, интегрирующих потенциал биомедицинского материаловедения, клеточных культур и технологий, тканевого инжиниринга; наиболее перспективных технологиях реконструктивной биомедицины.

Основная образовательная программа (ООП) подготовки магистров по направлению «Биология» согласно ФГОС ВПО – 3 предусматривает изучение следующих учебных циклов:

– общенаучный цикл;

– профессиональный цикл;

и разделов:

– практика и/или научно-исследовательская работа;

– итоговая государственная аттестация.

Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную, устанавливаемую вузом. Вариативная часть дает возможность расширения и (или) углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет обучающимся получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) продолжения профессионального образования в аспирантуре.

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» относится к циклу М.3 – профессиональный цикл по направлению подготовки магистров 020400.68 «Биология», программа подготовки 020400.68.01 «Микробиология и биотехнология», укрупненной группы 020000 «Естественные науки».

Дисциплина формирует следующие компетенции магистров:

***а) общекультурные компетенции (ОК):***

* ОК-1: способен к творчеству (креативность) и системному мышлению;
* ОК-2: способен к инновационной деятельности;
* ОК-3: способен к адаптации и повышению своего научного и культурного уровня;
* ОК-4: понимает пути развития и перспективы сохранения цивилизации, связь геополитических и биосферных процессов, проявляет активную жизненную позицию, используя профессиональные знания;
* ОК-5: проявляет инициативу, в том числе в ситуациях риска, способен брать на себя всю полноту ответственности способен к поиску решений в нестандартных ситуациях;
* ОК-6: способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

***б) профессиональные (ПК):*** общепрофессиональные:

* ПК-1: понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
* ПК-2: знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению.

***в) в соответствии с видами деятельности:***

* ПК-12: применяет методические основы проектирования и выполнения полевых и лабораторных биологических и экологических исследований с использованием современной аппаратуры и вычислительных комплексов (в соответствии с целями магистерской программы), генерирует новые идеи и методические решения.

Трудоемкость дисциплины составляет 3,0 зачетные единицы/108 часов.

**1.2. Задачи изучения дисциплины**

Формирование у студентов знаний и умений в сфере современных целей и задач биомедицинского материаловедения, новейших реконструктивных технологий, базирующихся на достижениях клеточных культур, технологий и тканевой инженерии.

**Знания:**

* научных основ биоматериаловедения;
* основных направлений производства, разработки и модификации новых биоматериалов;
* основ процессинга материалов для получения специализированных изделий;
* понятия биосовместимости и методов тестирования биологической безопасности материалов и изделий;
* научных основ технологий и потенциала клеточных культур;
* методологии инженерии органов и тканей.

**Умения:**

* ориентироваться в современных направлениях и новейших методах биотехнологии (биомедицинском материаловедении, технологиях клеточных культур, тканевой инженерии и конструировании биоискусственных органов);
* использовать знания новейших разделов биотехнологии при изучении специальных дисциплин;
* применять полученные знания для повышения качества жизни людей;
* использовать полученные данные при написании рефератов, статей, научных проектов.

**1.3.Межпредметная связь**

Для освоения данного курса необходимы базовые знания, которые студенты должны получить по биохимии, микробиологии, биотехнологии, генетике. В ходе освоения курса студенты применяют знания и используют навыки, полученные в рамках обучения по программе Большого практикума по биотехнологии, лекционного курса и практикума «Введение в биотехнологию».Компоненты УМКД курса «Современные проблемы и методы биотехнологии»служат основой для освоения студентами дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Знания, получаемые по данной дисциплине,интегрируют достижения и умения в области цитологии, молекулярной биологии и молекулярной генетики, новейших направлений и методов биотехнологии, спецкурсов по клеточной и генетической инженерии.

Компоненты УМКД курса «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» служат основой:

* для освоения студентами дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»;
* подготовки магистерских диссертаций, тематика которых соответствует уровню науки и техники в области биомедицинского материаловедения, клеточной и тканевой инженерии;
* получения фундаментальной основы, необходимой для проведения на высоком методическом уровне научно-исследовательских работ в области современной биотехнологии, а также подготовки высококвалифицированных специалистов для производственной деятельности в образовательных и научно-исследовательских учреждениях, медико-биологических лабораториях и клинических учреждениях.

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины приведена в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего  зачетных  единиц  (часов) | Семестр |
| 12 |
| **Общая трудоемкость дисциплины** | 3,0 (108) | 3,0 (108) |
| Аудиторные занятия: | 0,67 (24) | 0,67 (24) |
| лекции | 0,22 (8) | 0,22 (8) |
| лабораторные работы (ЛР) | 0,45 (16) | 0,44 (16) |
| Самостоятельная работа: | 1,33 (48) | 1,33 (48) |
| изучение теоретического курса (ТО) | 1,23 (44) | 1,22 (44) |
| написание реферата | 0,1 | 0,1 |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен)** | экзамен | экзамен |

**3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1.Модули и разделы дисциплины, виды занятий в часах**

Модули дисциплины, а также виды занятий в часах в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Модули дисциплины | Лекции,  зачетные  единицы  (часы) | ЛР,  зачетные  единицы  (часы) | Самостоятельная работа, зачетные  единицы  (часы) | Формируемые компетенции |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | **Модуль 1**  Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» | 0,03 (1) | 0,06 (2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 12 |
| 2 | **Модуль 2**  Материалы медико-биологического назначения | 0,03 (1) | 0,12 (4) | 0,28 (10) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 3 | **Модуль 3**  Методы изучения материалов биомедицинского назначения | 0,03 (1) | 0,06 (2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 4 | **Модуль 4**  Тканевая реакция на имплантаты | 0,03 (1) | 0 | 0,11 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |
| 5 | **Модуль 5**  Механизмы биодеструкции имплантатов | 0,03 (1) | 0 | 0,11 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 |

Окончание табл. 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 6 | **Модуль 6**  Биология клетки  в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии | 0,03 (1) | 0,12 (4) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 12 |
| 7 | **Модуль 7**  Специфика технологии ведения клеточных культур | 0,03 (1) | 0,06 (2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 12 |
| 8 | **Модуль 8**  Новейшие клеточные технологии | 0,03 (1) | 0,06 (2) | 0,17 (6) | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 12 |

**3.2. Содержание разделов и тем лекционного курса**

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» состоит из восьми модулей, содержание разделов и темы лекционного курса представлены в табл. 3.

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Номер модуля  дисциплины | Темы лекций |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | **Модуль 1 Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»** | **Тема 1.1.**  Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы. Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях  **Тема 1.2.**  Разработка медицинских полимеров и биоматериаловедение. О проблематике в области полимеров биомедицинского назначения. Тенденции и общие перспективы разработок искусственных и биоискусственных органов |

Продолжение табл. 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 |  | **Тема 1.3.**  Современное представление о клеточных технологиях, клеточной инженерии, клеточных культурах как составной части биотехнологии. Роль клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ, применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, а также для сохранения генофонда исчезающих видов. Важнейшие открытия современной биологии, послужившие фундаментом для возникновения клеточных технологий |
| 2 | **Модуль 2**  **Материалы медико-биологического назначения** | **Тема 2.1.**  Материалы, совместимые с живым организмом. Металлы. Керамики. Композиты. Полимеры, их многообразие, структура. Свойства. Понятие биосовместимости. Подход к биосовместимости материалов с точки зрения физико-химических свойств  **Тема 2.2.**  Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях. Полимерные материалы для сердечно-сосудистой системы: сосудистые эндопротезы, клапаны сердца, протезы сосудов. Материалы для реконструкции мягких тканей, внутренних органов, кожи, костной ткани.  **Тема 2.3.**  Материалы для изготовления протезов и биоискусственных органов. Устройства для разделения и диффузии веществ: искусственная почка, печень, селезенка. Материалы для изготовления протезов органов зрения, слуха и обоняния. Искусственное сердце  **Тема 2.4.**  Полимеры фармакологического назначения. Полимеры вспомогательного фармакологического назначения. Микроинкапсулирование. Ликвация лекарственного вещества из микрокапсулы. Депонирование лекарственных средств в полимерные матриксы для контролируемой и долговременной доставки. Полигидроксиалканоаты в качестве матрикса для депонирования лекарственных средств |

Продолжение табл. 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 3 | **Модуль 3**  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | **Тема 3.1.**  Система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Физические и физико-химические методы исследования полимеров биомедицинского назначения. Спектроскопические методы анализа. Микрокалориметрия. Рентгеноструктурный анализ. Биомедицинское тестирование биоматериалов. Тестирование биоматериалов на биосовместимость. Санитарно-химические тесты. Система тестов для токсикологических исследований *in vitro* и *in vivo*. Испытания на гемосовместимость. Международная система тестов для оценки биосовместимости медицинских материалов и изделий.  **Тема 3.2.**  Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения. Получение гидрогелей. Переработка термопластичных полимеров. Переработка композитов керамики и полимеров. Переработка полимеров из растворов |
| 4 | **Модуль 4**  **Тканевая реакция на имплантаты** | **Тема 4.1.**  Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия с ними. Фазы воспалительно-репаративной реакции и образование капсул вокруг имплантатов. Клеточные и межклеточные элементы, участвующие в тканевой реакции. Особенности реакции на инородное тело и образование гигантских клеток  **Тема 4.2.**  Кальцификация имплантатов. Факторы, влияющие на кальцификацию биоматериалов, механизмы кальцификации. Возможные пути ингибирования первичных стадий кальцификации |
| 5 | **Модуль 5**  **Механизмы биодеструкции имплантатов** | **Тема 5.1.**  Биоразрушаемые материалы, биоразрушаемые синтетические полимеры: полилактиды, полигликолиды. Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин. Полигидроксиалканоаты линейные, биосовметсимые, резорбируемые полиэфиры микробиологического происхождения: особенности, свойства, биомедицинский потенциал.  **Тема 5.2.**  Биодеструкция имплантируемых материалов и конструкций *invivo.* Механизмы биодеструкции имплантатов. Особенности поведения имплантатов из полимерных материалов *in vivo*. Гидролитическая деструкция. Окислительная деструкция и катализ ионами металлов. Клеточная деструкция |

Окончание табл. 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | **Модуль 6.**  **Биология клетки  в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | Т**ема 6.1.**  История и проблемы развития культивирования животных клеток, становления и развития клеточных технологий. Источники и типы клеток  **Тема 6.2.**  Техника ведения клеточных культур. Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток. Клеточные линии: ограниченные и постоянные. Источники клеток: первичные клетки. Стволовые клетки и источники их выделения. Типы культивационных систем для периодических и проточных культур клеток  **Тема 6.3.**  Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы. Материалы, примененные для изготовления клеточных матриксов. Методы конструирования дву-,трехмерных матриксов из различных типов биоматериалов с применением техники испарения растворителя, контактного прессования, экструзии. Методы получения пористых матриксов |
| 7 | **Модуль 7**  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | **Тема 7.1.**  Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики. Оборудование, необходимое для работы с клеточными культурами. Системы и условия, необходимые для роста клеточных культур. Культивирование клеток и тканей беспозвоночных. Культивирование клеток человека. Органная культура  **Тема 7.2.**  Потенциал клеточных технологий для лечения сердечно-сосудистой системы, реконструкции тканей пораженных внутренних органов, твердой и мягких тканей; суставов, мышечной ткани |
| 8 | **Модуль 8**  **Новейшие клеточные технологии** | **Тема 8.1.**  Клонирование животных. История вопроса. Гибридизация животных клеток. Гибридомная техника. Клонирование млекопитающих. Методы трансплантации ядер. Перспективы использования метода  **Тема 8.2.**  Стволовые клетки. История вопроса. Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине. Принципы проведения клеточной терапии с применением стволовых клеток. Этические проблемы. Процесс передачи новых технологий в клиническую практику |

**3.3. Практические занятия**

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

**3.4. Лабораторные занятия**

Наименование и содержание лабораторных работ по разделам представлены в табл. 4.

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Номер модуля  дисциплины | Наименование и содержание лабораторных работ |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | **Модуль 1**  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии** | **Тема 1.1.Знакомство с классификацией полимерных материалов биомедицинского назначения**  Цель работы – сформировать у студентов представления о кардинальном отличии биоматериалов от синтетических пластиков; способах синтеза, переработке, областях применения.  В ходе работы студенты знакомятся с коллекцией образцов биоматериалов, описанием их свойств и областями применения: изучают образцы полимерной продукции биомедицинского назначения |
| 2 | **Модуль 2**  **Материалы медико-биологического назначения** | **Тема 2.1.Получение высокоочищенных образцов полимеров; измельчение, стерилизация**  Цель работы – дать знания о необходимости и методах выделения и очистки биоматериалов и подготовке материала для переработки в изделия. В ходе работы студенты знакомятся с серией образцов биопластиков разной степени очистки, органолептически и спектрофотометрическиопределяют плотность полимерных вытяжек (регистрирующий спектрофотометр Uvicon-943, Италия), полученных от разных образцов; а также сдвиг рН-вытяжек – как показатель миграции в водную среду примесей. С использованием шаровой мельницы далее производят измельчение и гомогенизацию образцов биопластика для последующей переработки в изделия. Образцы биопластика подвергают стерилизации автоклавированием, в суховоздушном термостате при 105 оС и с использованием раствора этанола. Итог работы – приобретение навыков пробоподготовки образцов биоматериала, которые будут использованы на последующих занятиях |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 |  | **Тема 2.2.Обработка и переработка полимерных материалов в специализированные изделия биомедицинского назначения. Прямое компрессионное формование. Экструзия**  Цель работы – ознакомление со способами переработки биоматериалов в трехмерные матриксы, пригодные для культивирования клеток. С использованием электронных весов студенты готовят навески измельченных образцов биопластика; далее на автоматизированном лабораторном прессе (фирмы Cаlver, США) прямой компрессией с использованием пресс-форм разных размеров получают плотные объемные полимерные матриксы. Второй способ переработки полимеров заключается с работой расплавов. Студенты знакомятся с устройством и принципом работы специализированного мини-экструдера (фирмы «Брабендер», Германия), загружают в установку измельченные образцы биопластика и получают из расплава объемные матриксы в виде прутка, трубочки, пластины. Итог работы – ознакомление с методами переработки полимеров из порошков и расплавов, приобретение необходимых навыков для реализации методов и получения изделий  **Тема 2.3.Получение двухмерных матриксов**  Цель работы – освоение методов приготовления гомогенных растворов биопластика, пригодных для получения пленочных плотных и пористых матриксов функционирующих клеток. Студенты готовят серию растворов собственно полимера и растворов с добавлением пластификаторов (ПВА, ПЭГ) и наполнителей (сахароза, хлорид натрия). Далее реализуют принцип получения пленок поливом из раствора на поверхность и технику выщелачивания наполнителя. В результате осваивают методы получения клеточных матриксов разных типов (плотных и пористых) и получают серию матриксов для дальнейшей работы.  **Тема 2.4**.**Изучение свойств поверхности клеточных матриксов.**  Цель работы – знакомство с методами изучения основных свойств поверхности матриксов. В ходе работы студенты измеряют краевые углы смачиваемости водой (на поверхность матриксов автоматической пипеткой наносятся капли СФБ). с использованием автоматизированной системы обработки изображений проводится измерение краевых углов смачивания (θ, град) поверхности плотных и пористых матриксов. Далее с использованием уравнений Де Жена проводят расчеты ключевых характеристик матриксов: определение свободной поверхностной энергии (γS), свободной энергии межфазовой поверхности (γSL ), величины сил сцепления (*W*SL ) (эрг/см2); по результатам расчетов проводится оценка адгезионных и биосовместимых свойств матриксов |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 |  | **Тема 2.5.Приготовление трехмерных пористых матриксов функционирующих клеток**  Цель получение объемных функционирующих матриксов – инкубаторов (scaffolds) для длительного культивирования клеток *in vitro* и *in vivo*. С использованием растворов биопластика проводится модификация и армирование коллагеновой губки. При этом варьируются: плотность полимерного раствора, время экспонирования губки в растворе. После высушивания полученных образцов производится взвешивание и цифровое фотографирование. Часть образцов передается для подготовки проб и электронно-микроскопических исследований тонкой структуры матриксов  **Тема 2.6. Определение пористости и влагоемкости матрикса**  Цель работы – обучение студентов методам изучения тонкой структуры матриксов и определения физико-механических характеристик. Студенты посещают ЦКПП СФУ, знакомятся с техникой сканирующей электронной микроскопии; получают серию снимков матриксов. Проводится сравнительное определение пористости, влагоемкости матриксов. Часть матриксов размещается в термостате в биологических средах для тестировани*я* стабильности |
| 3 | **Модуль 3**  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | **Тема 3.1.Знакомство с системой тестирования биологической безопасности материалов и изделий для медицины**  Цель – знакомство студентов с системой тестов (ГОСТ Р ИСО 10 993), принятой в настоящее время в России, США и странах ЕС. Студенты изучают основные разделы стандарта и получают знания о существующей международной системе биостестирования материалов и изделий биомедицинского назначения  **Тема 3.2.Санитарно-химические исследования**  Цель – ознакомить с методами первого этапа биотестирования материалов и изделий, предназначенных для биомедицины. В ходе работы с использованием экстрактов биопластика проводится анализ наличия в водных вытяжках возможных продуктов миграции (мономеров, образующих полимер), органических веществ (по бихроматной окисляемости), насыщенных органических соединений (по бромируемости вытяжек). Сопоставление полученных экспериментальных значений с предельно допустимыми нормами из стандарта ИСО  Р 10993 позволяет студентам оценить пригодность приготовленных ими матриксов для биомедицины |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 3 |  | **Тема 3.3. Испытания матриксов на токсичность**  Цель работы – освоение методов второго этапа тестирования биоматериалов: тестирование на цитотоксичность (на половых клетках крупного рогатого скота), гемолиз, острая токсичность при внутрибрюшинном введе­нии вытяжек мышам, раздражающий эффект (нанесение образцов водных вытяжек биопластика на кожу лабораторным животным (крысы, кролики). Результаты работы – оценка пригодности разработанных матриксов для *in vitro* и *in vivo* исследований |
| 4 | **Модуль 4**  **Тканевая реакция на имплантаты** | (Работы не предусмотрены) |
| 5 | **Модуль 5**  **Механизмы  биодеструкции имплантатов** | (Работы не предусмотрены) |
| 6 | **Модуль 6**  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | **Тема 6.1.** [**Знакомство с правилами работы на современном оборудовании, необходимом для клеточных технологий**](http://www.ksu.ru/nilkto/cell/rasdel3/r3_p1.html) Цель – знакомство студентов с принципами работы, устройством и правилами работы в боксе-ламинаре 2-го класса защиты (фирмы Labconko, США) для ведения клеточных культур», СО2-инкубатора (фирмы Labconko, США), инвертированным микроскопом, низкотемпературным морозильником для хранения банка культур (фирмы Brucwek, США). Требованиями к спецодежде и правилам безопасной работы с клеточными культурами. Цель работы – усвоение правил работы с клеточными культурами и пользованием специализированным оборудованием  **Тема 6.2.Посуда в клеточной лаборатории и питательные среды. Приготовление питательной среды для пересева клеток**  Цель работы –приобретение знаний о характеристике и специфике посуды и культуральных сред для выращивания животных клеток, обучение технологии подготовки посуды и правилам стерильной работы для приготовления культуральных сред. Студенты получат знания по технологии приготовления сред, наборе необходимых реагентов. Бессыворотные среды и среды с применением сыворотки, роль сыворотки, гормонов и других факторов для выращивания и дифференцировки клеток. Будут приготовлены посуда и среда для выделения и культивирования клеток |

Продолжение табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 6 |  | **Тема 6.3. Пересев клеток. Окраска и подсчет клеток. Фотографирование**  Цель – приобретение знаний и навыков культивирования клеток. Будет взята клеточная линия (на примере суспензионной культуры фибробластов мыши), произведена процедура засева среды клетками. Через 1–2 часа – произведена окраска клеток и подсчет, фотографирование. Выполнение работы и анализ результатов призваны научить основным методам и приемам ведения клеточных культур |
| 7 | **Модуль 7**  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | **Тема 7.1.Получение первичной культуры**  Цель – получение знаний и навыков об источниках получения и технике ведения органной культуры. Выбор источника ткани. В процессе работы будет получена суспензионная культура фибробластов (например, из кусочков ткани кожных покровов). Будут засеяны культурой пластиковые культуральные планшеты, а также пленки из биопластика, приготовленные студентами ранее. Культуры будут помещены в гумидную среду в СО2-инкубатор. На следующем занятии будет произведено микроскопирование культур с применением инвертированного микроскопа и оценена адгезия и количество клеток на разных подложках (матриксах)  **Тема 7.2.Введение в инжиниринг тканей**  Цель – обучение студентов основам клеточной и тканевой инженерии. Знакомство с типами клеточных каркасов (матриксов) и протоколами ведения клеточных культур разных типов. В ходе экспериментальной работы будут проанализированы результаты культивирования клеток, посеянных в ходе предыдущей работы. Будет проведено окрашивание клеток трипановым синим с последующим микроскопированием и подсчетом живых и мертвых клеток. По результатам будет дана оценка биосовместимости и свойств матриксов  **Тема 7.3.Определение интенсивности клеточной пролиферации в тесте с 3-(4,5-диметилтиазол)-2,5-дифенил тетразолиум бромидом (ММТ-тест). ММТ-тест – это современная колориметрическая тестовая система оценки физиологической активности и интенсивности пролиферации клеток *in vitro***  Цель – обучение тесту определения интенсивности клеточной пролиферации и оценки биосовместимости и функциональных свойств клеточных матриксов разных типов, в том числе полученных студентами из экспериментальных образцов биопластика |

Окончание табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | **Модуль 8**  **Новейшие клеточные технологии** | **Тема 8.1.Техника выделения мезенхимальных стволовых клеток костного мозга (МСК)**  Цель – дать знания о принципах выделения, источниках ведения и использования в тканевом инжиниринге стволовых клеток. Работа предполагает проведение процедуры выделения стволовых клеток из костного мозга лабораторных крыс. Будет выделен костный мозг из большеберцовой кости умерщвленного животного, проведены все необходимые процедуры для получения первичной культуры. В состав среды будут добавлены компоненты для дифференцировки МСК в клетки остеобластического ряда. Культивирование будет проведено в течение нескольких суток с ежедневной заменой среды  **Тема 8.2. Анализ адгезии клеток на матриксе**  Цель работы – демонстрация потенциала МСК и возможностей технологии ведения культуры для получения нужного типа клеток. Полученный монослой клеток после трипсинизации будет подвергнут окрашиванию, подсчету клеток и анализу фенотипа. С использованием теста на щелочную фосфатазу (маркер дифференцировки остеобластов) будет подтверждена природа полученных из МСК клеток. В результате выполнения этой работы будут получены знания и приобретены навыки технологии получения клеточных линий из стволовых клеток |

### База для проведения лабораторных занятий включает: современные комплексы лабораторного оборудования для получения и переработки полимеров; аналитическое оборудование для определения структуры и физико-химических свойств полимеров; приборы для получения из полимеров специализированных изделий, тестирования биологической безопасности; для ведения клеточных культур (см. конкретные работы в лабораторном практикуме).

Для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» используется оборудование, которым укомплектован Центр коллективного пользования приборами, лаборатории и кафедры Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ и Института биофизики СО РАН:

1. Высокоскоростная центрифуга AvantiJ-26XPIфирмы «BeckmanInt.» (США).

2. Лабораторные весы «Adventurer» ™ OH – AR2140 (США).

3. Роторный вакуумный испаритель RotovaporR 2000/250 фирмы «Büchе» (Швейцария).

4. Лабораторный вертикальный автоклав фирмы «Sanyo»MLS-3781L, (Япония).

5. Вытяжной шкаф LABCONCO(США) (серия 070976143V).

6. Термостат модель BD-115, BINDER(Германия).

7. Хроматомасс-спектрометрAgilent 5975Inert, фирмы Agilent (США).

8. Система гель-проникающей хроматографии «WatersAlliance GPC 2000 Series» фирмы «Waters» (США) с набором полистериновых стандартов.

9. Сухожаровой шкаф BinderGmbH (Германия).

10. СтационарныйpH-метр фирмы «Sartorius» (Германия).

11. Хроматограф для гель-проникающей хроматографии WatersBreezeSystem, фирмы « Waters» (США).

12.Автоматический лабораторный пресс Сalver 3887/4SDOBOI (США).

13. Лабораторный мини-экструдер Brabender® E 19/25 D (Германия).

14. Лабораторная система PDS 2010 Labcoter™ для нанесения полимерных покрытий и влагозащиты фирмы «Labcoater» (США).

15. Ультразвуковой гомогенизатор Sonicator 3000 фирмы «MisonixIncor» (США).

16. Электрическая верхнеприводная мешалка фирмы « Heidolph».

17. Универсальная электромеханическая испытательная машина «Инстрон 5565, 5KN» фирмы «Instron» (Великобритания).

18. Термоупаковочная машина NS 1000 фирмы «HowoGmby» (Германия).

19. Стерилизующая система «Sterrad«NX фирмы «Johnson&Johnson» (США).

20. ИК-Фурье-спектрометр «инфралюм ФТ-02» (Россия).

21. ДериватографСТА – STA 449 Jupiter фирмы «NETZSCH» (Германия).

22. Вертикальный низкотемпературный морозильник фирмы «NewBrunswickscientific» (США).

23. СО2-инкубаторфирмы «New Brunswick Scientific» (США).

24. Бокс-ламинар биологической безопасности фирмы «LABCONCO» (США).

25. Инвертированный микроскоп фирмы «ЛОМО» (Россия).

26. Центрифуга настольная Centrifuge 5810 R фирмы «Eppendorf» (США).

27. Дезинфекционно-моечный автомат G 7883 CDфирмы «LABCONCO» (США).

28. Автоматический автоклав фирмы «Sanyo» MLS-3781L (Япония).

В ходе освоения дисциплины студенты знакомятся с современным научным оборудованием, закупленным по программе развития СФУ, и активно его используют в ходе выполнения лабораторных работ и научных исследований.

**3.5. Самостоятельная работа**

Условием успешной профессиональной деятельности выпускника СФУ и его дальнейшего карьерного роста является профессиональная мобильность, умение самостоятельно получать новые знания, повышать квалификацию.

Учебной программой дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» предусмотрено 44,4 % объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать самостоятельные решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой.

Самостоятельная работа по курсу «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» включает:

* самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;
* подготовку к выполнению и защите лабораторных работ;
* написание рефератов;
* самотестирование.

По каждому виду работы студент должен выполнить задания, приведенные в методических указаниях по самостоятельной работе и согласованные с преподавателем. Выполненные задания оформляются в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов и сдаются преподавателю в соответствии с графиком самостоятельной работы (прил. 3).

**3.5.1.Самостоятельное изучение теоретического материала**

Самостоятельное изучение теоретического материала планируется по разделам курса 1–8, содержание теоретического материала указано в табл. 5.

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо:

1. Самостоятельно изучить темы теоретического курса в соответствии учебной программой дисциплины.

2. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы, приведенные после каждой темы в методических указаниях по выполнению самостоятельной работы по курсу «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Таблица 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Номер раздела  дисциплины | Темы для самостоятельной работы |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | **Модуль 1**  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»** | **Тема 1.1.**Актуальность и потребности в новых биоматериалах  **Тема 1.2.**Классификация современных биоматериалов  **Тема 1.3.**Синтетические и природные полимеры  **Тема 1.4.**Матриксы функционирующих клеток; особенности конструирования, основные требования |
| 2 | **Модуль 2**  **Материалы медико-биологического назначения** | **Тема 2.1.** Понятие биосовместимости материалов и имплантатов  **Тема 2.2.** Специфика гемосовместимых тромборезистентных биоматериалов  **Тема 2.3.** Требования, предъявляемые к материалам, предназначенным для контакта с кровью  **Тема 2.4.**Биосинтез биоразрушаемых полимерных материалов синтетического и биологического происхождения. Потребности и перспективы применения  Подготовка реферата по тематике модуля |
| 3 | **Модуль 3**  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | **Тема 3.1.**Международная система тестирования биоматериалов  **Тема 3.2.**Принципы и методы санитарно-химических исследований биоматериалов  **Тема 3.3.** Принципы и методы оценки цитотоксичности *in vitro* и токсикологических свойств *in vivo* |
| 4 | **Модуль 4**  **Тканевая реакция на имплантаты** | **Тема 4.1.**Механизм взаимовлияния в системе «имплантат-тканимакроорганизма» invivo  **Тема 4.2.**Характеристика стадий реакции тканей на имплантацю: посттравматического воспаления, образования фиброзной капсулы, инволюции капсулы. |
| 5 | **Модуль 5**  **Механизмы биодеструкции имплантатов** | **Тема 5.1.**Особенность реакции тканей на инородное тело при имплантировании биорезорбируемых имплантатов и устройств  Подготовка реферата |
| 6 | **Модуль 6**  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | **Тема 6.1.**Культуры клеток, техника и методы ведения  **Тема 6.2.**Определение жизнеспособности клеток и процессов гибели по типу некроза и апоптоза |

Окончание табл. 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | **Модуль 7**  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | **Тема 7.1.**Необходимое оборудование и правила безопасной работы с клеточными культурами  **Тема 7.2.**Типы культуральных сред для ведения клеточных культур  **Тема 7.3.** Моно- и полислойные культуры. Принципы инженерии тканей *in vitro* |
| 8 | **Модуль 8**  **Новейшие клеточные технологии** | **Тема 8.1.** Источники выделения стволовых клеток. Этические проблемы  **Тема 8.2.** Методы получения, ведения и тестирования первичных культур |

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 4 настоящей программы. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в экзаменационные билеты.

**3.5.2. Написание и защита рефератов**

При подготовке студентов по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» написание рефератов является необходимым элементом учебного процесса. Основная цель выполнения данной работы – развитие мышления и творческих способностей студента. В процессе выполнения реферата у студента должны сформироваться следующие компетенции:

* применение методов научного познания;
* анализ различных фотобиологических явлений и процессов в биологических системах различной сложности;
* владение методологией обучения, постановки и разрешения проблем;
* способности к самоорганизации, организации и планированию;
* навыки работы с компьютером, умение использовать современные информационные технологии (справочные системы, Интернет и др.) для получения доступа к источникам информации, хранения и обработки данных;
* навыки управления информацией и приемы информационно-описательной деятельности;
* навыки грамотной письменной и устной речи.

Написание реферативного исследования требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных студентом по согласованию с преподавателем. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов, которые доступны на сайтах научных баз данных, поисковых систем, издательств, в том числе и на сайте научной библиотеки СФУ (www.lib.sfu-kras.ru).

Тему реферата студент выбирает самостоятельно из представленных (или предлагает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц и сдан к концу 4-й и 9-й недели 11-го семестра.

Реферат включает следующие структурные элементы: *Титульный лист*, *Содержание, Введение, Обзор литературы*, *Заключение*, *Библиографический список, Приложения*. Подробное описание структуры реферата по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» представлены в методических указаниях по самостоятельной работ и организационно методических указаниях по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Реферат должен сопровождаться библиографическим списком, который составляется в соответствии с ГОСТ 7.1−2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

1. Защита первого реферата проводится на 4-й неделе после изучения первых трех модулей в 11-м семестре, второго реферата – на 9-й неделе изучения курса «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии». Для защиты реферата студент готовит презентационные материалы, оформленные в виде последовательности слайдов, демонстрируемых на экранах для аудитории слушателей. Электронные презентационные материалы (ЭПМ) разрабатываются как средство сопровождения общения докладчика с аудиторией, при этом современные ЭПМ должны предоставлять докладчику возможность произвольно регулировать темп изложения материала, частоту смены слайдов, а также дополнять письменно или в устной форме сведения, представленные на слайдах. ЭПМ являются средством, предоставляющим возможность наглядного сопровождения образовательного и научного процесса с применением мультимедийных технологий, в том числе с использованием графических образов, что особенно важно при изучении дисциплины «Современные проблемы и методы биотехнологии», поскольку появляется возможность понять на молекулярном уровне (например, с помощью специальных мультимедийных элементов) основные механизмы, лежащие в основе биологических процессов. С правилами применения интерактивных технических средств обучения при подготовке рефератов можно ознакомиться в практическом руководстве «Интерактивные технические средства обучения». При подготовке рефератов рекомендуется использовать лицензионное программное обеспечение СФУ, которое представлено в каталоге.
2. В рамках курса «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» необходимо выполнить два реферата в 11-мсеместре по выбранным студентами темам из списка.

Самостоятельная работа предусматривает подготовку двух рефератов по курсу.

**Темы рефератов**

1. Основные этапы становления и развития биомедицинского материаловедения.
2. Потребности в биоматериалах медицины и требования, предъявляемые к ним.
3. Керамики, металлы, композитные материалы. Способы переработки. Области применения.
4. Представление и методология в потенциале клеточных технологий.
5. Тканевая инженерия: история возникновения и формирования, области применения.
6. Понятие биосовместимости. Методы тестирования биологической безопасности новых биоматериалов.
7. Физико-химические методы, позволяющие оценить возможные способы переработки высокомолекулярных соединений в специализированные изделия.
8. Необходимые свойства клеточных матриксов для эффективного прикрепления и пролиферации клеток.
9. Источники клеток, методы выделения из биологических тканей.
10. Принципы ведения клеточных культур invitro.
11. Стволовые клетки. История вопроса. Особенности физиологии роста и дифференцировки.
12. Питательные среды и оборудование для ведения клеточных культур.
13. Клеточные культуры, типы способов культивирования, применяемая аппаратура.
14. История формирования и потенциал тканевой инженерии; методология конструирования биоискусственных органов.
15. Особенности применения биоразрушаемых полимеров. Механизмы биодеструкции.
16. Процессы взаимодействия имплантатов и тканей invivo.
17. Этические проблемы выделения и применения стволовых клеток.
18. Реконструктивные технологии с применением стволовых клеток.

**3.5.3. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль (ПК) проводится в соответствии с графиком самостоятельной работы. По дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» промежуточный контроль осуществляется с помощью банка тестовых заданий, структура которого рассмотрена табл. 6 программы по данной дисциплине.

При составлении банков тестовых заданий для самотестирования (репетиционного тестирования) и для контрольного тестирования используется по 40% оригинальных тестовых заданий из общего банка тестовых заданий по дисциплине. 20% заданий используется одновременно в тестах для контроля и самотестирования. Таким образом, при контрольном тестировании студент получает (в среднем) 1 тестовое задание, пройденное в самотестировании, и 2 оригинальных тестовых задания.

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер теста ПК | Номера модулей, входящих в ПК | Общее количество тестовых заданий, выносящихся на ПК | Количество тестовых заданий в тесте ПК |
| 1 | 1–2 | 143 | 60 |
| 2 | 3–5 | 101 | 50 |
| 3 | 6–8 | 84 | 50 |

Общее время на подготовку ответов при тестировании – 60 мин.

Результат тестирования определяется по проценту правильно решенных заданий от общего количества заданий в тесте. Тест считается успешно пройденным, если студент правильно решил не менее 60% заданий.

Значение рейтинга по итогам тестирования определяется по формуле:

РТ=ЗЕ ∙ Д,

где РТ – рейтинг по итогам тестирования;

ЗЕ – количество зачетных единиц соответствующего промежуточного тестирования (табл. 5);

Д – доля решенных заданий.

К итоговой аттестации допускаются студенты, набравшие не менее 40% от объема текущей аттестации и успешно сдавшие промежуточное тестирование.

3.6.Структура и содержание модулей дисциплины

Приводится в таблице–см. прил. 1.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

К задачам применения современных образовательных технологий при изучении дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» в соответствии с требованиями подготовки магистров относятся:

* получение знаний, составляющих основу научных представлений об информации, информационных процессах, системах, технологиях и моделях в научных исследованиях;
* овладение умениями работать с различными видами информации с помощью компьютера и других средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), организовывать научно-исследовательскую деятельность и планировать ее результаты;
* развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей средствами ИКТ;
* выработка навыков применения средств ИКТ в повседневной жизни при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, в первую очередь научных.

Основные базы данных и программное обеспечение в области молекулярной биологии, биофизики, биохимии и генетики приведены в табл. 7.

Основные поисковые системы на основе семантических технологий web для доступа к научным публикациям приведены в табл. 8.

Таблица 7

| **№ п/п** | **Наименование БД** | **Краткое описание** |
| --- | --- | --- |
| 1 | *BioSystems* | Содержит информацию о взаимодействии биомолекул, участвующих в метаболизме болезненных состояний, а также других биологических процессов |
| 2 | *Bookshelf* | Содержит коллекцию полнотекстовых книг, которые можно найти в интернете и которые связаны с PubMed |
| 3 | *CancerChromosomes* | Содержит описания кариотипа, флуоресценции insitu, изображения гибридизации, клиническую информацию для клеточных линий раковых опухолей |
| 4 | *ConservedDomains* | БД изображений последовательностей белковых доменов и профилей |
| 5 | *dbGaP* | БД генотипов и фенотипов |
| 6 | *dbVAR* | БД геномных структурных изменений |
| 7 | *Gene* | БД генов, в том числе структур геномов, которые были полностью секвенированы |
| 8 | *Genome* | БД последовательностей и картографических данных из целых геномов для более 1000 видов и штаммов |
| 9 | *GenomeProject* | Проект «Геном» |
| 10 | *NCBI WebSite* | БД статических страниц NCBI, содержащая документацию, инструменты, старые выпуски информационных бюллетеней, описания страниц ресурса, примеры кода и т. д. |
| 11 | *NLM Catalog* | Содержит содержание книг, журналов, аудио- и видеоматериалов, компьютерных программ, электронных ресурсов и другие материалы, хранящиеся в Национальной медицинской библиотеке (NLM) |
| 12 | *Nucleotide* | Нуклеотидная БД |
| 13 | *OMIA (Online Mendelian Inheritance in Animals)* | БД генов, унаследованных расстройств и черт различных видов животных (кроме человека и мышей) |
| 14 | *OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man)* | БД содержит обзор генов человека, генетических нарушений и других наследственных признаков |
| 15 | *PopSet* | БД, содержащая связанные нуклеотидные последовательности, которые исходят из сравнительных исследований: филогенетических, населения, окружающей среды (экосистем) и мутационных исследований |
| 16 | *Protein* | БД, содержащая аминокислотные последовательности |
| 17 | *ProteinClusters* | БД связанных последовательностей белков (кластеров) |
| 18 | *PubMed* | БД библиографических описаний/аннотаций |
| 19 | *PubMed Central* | БД полнотекстовых ресурсов, находящихся в открытом доступе |
| 20 | *SNP (SingleNucleotidePolymorphism)* | БД одиночных нуклеотидных полиморфизмов, микросателлитов и т. д. |
| 21 | *Structure* | БД экспериментальных данных из кристаллографического и ЯМР-резонансного определения структуры |
| 22 | *Taxonomy* | БД имен и филогенетических линий для более чем 160 000 организмов, имеющих молекулярные данные в БД NCBI |

Таблица 8

Основные интернет-ресурсы для работы с публикациями различного формата

| **№ п/п** | **Ресурс** | **Описание** | **Интернет-адрес** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Специализированный научный поисковый сервер *Google* | Поиск текстов статей, книг, информации об организациях, научных сообществах, учебных заведениях; возможность задавать различные условия поиска текстов | *http://scholar.google.com* |
| 2 | Концентратор *SciVerse* | РасширенныйпоискпоБД*SciVerse Science Direct* и*Scopus SciVerse*. Более 2500 научных журналов и 1100 книг | *http://www.info.sciverse.com/* |
| 3 | Ресурс *Science Direct* | Более 2700 научных журналов и книг с поисковой системой по ключевым словам, названию и выходным данным журнала, фамилии автора. Имеются краткие аннотации к статьям (abstracts), доступ к полным текстам в некоторых журналах.  Журналы издательств *Elsevier, CellPress (Cell, Neuron, CurrentBiology* и др.), публикации Американской психологической ассоциации (АРА), *AcademicPress* и ряда других издательств | *http://www.sciencedirect.com/* |
| 4 | Специализированный научный поисковый сервер *SCIRUS* | Является наиболее полным научным инструментом исследования в Интернете. Более 410 млн ресурсов в том числе: журналы, домашние страницы ученых, учебные курсы, патенты и т. д. | *http://www.scirus.com/* |
| 5 | Ресурс  издательства *Blackwell* | Открытый доступ к полным текстам статей в журналах издательства Blackwell.  Журналы перечислены по алфавиту и по предметным разделам, есть поиск статей по ключевым словам, поиск журналов по году и номеру.  Журналы: *Psychophysiology; Journal of Neurochemistry; Genes, Brain and Behavior; Journal of Neuroimaging; The Journal of Physiology; ActaPhysiologica; Journal of Sleep Research; Sleep and Biological Rhythms; Psychological Science; European Journal of Neuroscience*идр. | *http://onlinelibrary.wiley.com/* |
| 6 | Ресурс  издательства *Springe* | БД с поиском статей по ключевым словам, поиском названий по первым буквам, алфавитным и тематическим указателями журналов.  Журналы: *Experimental Brain Research; Neuroscience and Behavioral Physiology; Neurophysiology Review; Neurochemical Research; Neurochemical Journal; Psychological research; Psychopharmacology; Behavior; Journal of Nonverbal Behavio*r идр. | *http://www.springerlink.com/home/main.mpx* |
| 7 | Ресурс *Elsevier* | Более 2200 журналов, систематизированных по алфавиту и по предметным областям. Журналы: *Brain Research, Brain Research Bulletin, Neuroscience, Neuroscience Research, Neuroscience Letters, Neuroimaging, Journal of Neuroscience Methods, Brain and Cognition, Neuropsychologia, Behavioral Brain Research, Physiology & Behavior*идр. | [*http://top25.sciencedirect.com*](http://top25.sciencedirect.com)  *http://www.elsevier.ru* |
| 8 | Ресурсиздательства*Oxford University Press* | Список журналов по алфавиту и по предметным разделам, поиск статей по ключевым словам | *http://www.oxfordjournals.org* |
| 9 | Ресурс журнала *Science* | Бесплатная регистрация позволяет получить доступ к полным текстам статей в выпусках журнала с 1996 года | *http://www.sciencemag.org/* |
| 10 | Электронная библиотека технической литературы | Полные тексты статей в журналах IEEE, IET – с 1988 года, книги IEEE – с 1974 года, сборники материалов конференций и другие публикации. Журналы: *Neural Networks; Medical Imaging; Acoustics, Speech and Signal Processing Newsletters; Biomedical Engineering; Neural Systems and Rehabilitation Engineering*идр. | *http://ieeexplore.ieee.org/* |
| 11 | Международная поисковая система *Medline*на российском портале *Medline.ru* | Публикации по медицине и биологии | *http://www.medline.ru/* |
| 12 | **Библиотечный сервис *A-to-Z*** | С помощью **нового библиотечного сервиса A-to-Z**электронные ресурсы различных издательств объединены в одну систему, что позволяет пользователю переходить из одной БД в другую, не производя поиск в каждом ресурсе отдельно | *http://atoz.ebsco.com/* |

Кроме этого «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» относится к тому спектру дисциплин, где использование технологий e-Science, в частности представление отчетов по некоторым модулям в режиме on-/off-line с использованием закрытого образовательного раздела сайта Института фундаментальной биологии и биотехнологии ФГАОУ СФУ (http://bio.sfu-kras.ru/?page=275) и/или сайта проекта «Биотехнологии новых биоматериалов» http://biotech.sfu-kras.ru/?page=1 (Проект Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ «Биотехнологии новых биоматериалов» стал победителем в конкурсе на получение гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования и активно поддерживает использование наукоемких технологий в учебном процессе) является обязательным элементом образовательной траектории.

К учебно-методическим материалам института Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ИФБиБТ) студенты имеют доступ через сайт официальный сайт института - <http://bio.sfu-kras.ru/>, раздел «Образование», учебно-методические материалы в электронном виде – <http://bio.sfu-kras.ru/?page=482>.

Студентам обеспечен свободный доступ к личному кабинету преподавателя на сайте Института фундаментальной биологии и биотехнологии (http://bio.sfu-kras.ru/?page=498). В личном кабинете размещаются презентации, учебно-методические материалы, промежуточные задания и вопросы к экзамену. Так же в личном кабинете организуется обмен материалами и консультации при самостоятельной работе студентов и выполнении практических заданий и подготовке презентаций.

Использование сети Интернет способствует формированию в образовательном заведении так называемой «технологии открытого обучения», помогающей создать качественно новое информационно-образовательное пространство, в котором увеличивающийся информационный поток заставляет всех участников процесса переходить от модели накопления знаний к системе овладения навыками самообразования

**5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ   
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**5.1.Список основной и дополнительной литературы,   
информационныересурсы**

**Основная литература**

1. Льюин, Б. Гены / Б. Льюин ; пер. с англ. И. А. Кофиади [и др.] ; ред. Д. В. Ребриков. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 896 с. :цв. ил. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 882-886. – 21 экз.
2. Льюин, Б. Клетки  / ред. Б. Льюин [и др.] ; пер. с англ. И. В. Филиппович ; ред. пер. с англ. Ю. С. Ченцов. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 951 с. :цв. ил. - Библиогр.: с. 913-914. - Предм. указ.: с. 937-941. 31. Экз.
3. Джаксон, Мейер.    Молекулярная и клеточная биофизика [Текст] = Molecular and Cellular Biophysics : пер. с англ. / М. Джаксон. - М. : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. : ил. - Библиогр.: с.524-539; Предм. указ.: с. 540-551. 5 экз.
4. Волова, Т. Г. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: учеб.пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 560 с.
5. Гистология, эмбриология, цитология [Текст] : учебник / под ред.: Э. Г. Улумбеков, Ю. А. Челышев. - Изд. 3-е., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 405 с. + Прил.: 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - Предм. указ.: с. 396-405. - ISBN 978-5-9704-1010-3
6. Репродуктивное здоровье: Учеб. пособие / Под ред. Е.В. Радзинского. – М.: РУДН, 2011. – 727 с. – 5 экз.

**Дополнительная литература**

1. Современные аппаратура и методы исследования биологических систем [Текст] : учеб.пособие / Т. Г. Волова [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние. Ин-т биофизики. – Красноярск : СФУ-ИБФ, 2011. – 479 с. :цв.ил. – Библиогр.: с. 72-81. – 200 экз.
2. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: метод.указания по самостоятельной работе /сост. : Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, Л. А. Франк. – Красноярск : ИПК СФУ, 2013.– с. – (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии :УМКД № 1324-2008 / рук.творч. коллектива Т. Г. Волова).
3. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенч, Д. Джонс ;под ред. А. А. Лушниковой. – М. :Техносфера, 2007. – 304 с. – (Мир биологии и медицины).
4. Штильман, М.И. Полимеры медико-биологического назначения /   
   М. И. Штильман. – М.:Академкнига,2006. – 399 с.
5. Репин, С. В. Медицинская клеточная биология / С. В. Репин,   
   Г. Т. Сухих. – М., 1998.
6. Фрешни, Р. Культура животных клеток. Методы / Р.Фрешни. – М. : Мир, 1991.
7. Репин, В. С.Эмбриональные стволовые клетки: фундаментальная биология и медицина / В. С. Репин, А. А. Ржанинова, Д. А. Шаменков. – М. :Реметэкс. – 2002.
8. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж.Пастернак. – М. : Мир, 2002.
9. Введение в методы культуры клеток, биоинженерия органов   
   и тканей / под ред. :В.В. Новицкого, В.П. Шахова, И.А. Хлусова,   
   Г.Ц. Дамбаева. – Томск, 2004. – 385 с.
10. Трансплантология/ под ред. В.И. Шумакова. – М.: Медицина, –2006.
11. Наноматериалы. Нанотехнологии.Наносистемная техника / под ред. П.П. Мальтцева. – М.:Техносфера, 2006. – 149 с. – (Мир материалов и технологий).
12. СТО 4.2-07-2008. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности /разраб. Т.В. Сильченко, Л.В. Белошапко, В.К. Младенцева, М.И. Губанова. –Введ. впервые 09.12.2008. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 47 с.
13. Каталог лицензионных программных продуктов, используемых в СФУ / сост. : А. В. Сарафанов, М. М. Торопов. – Красноярск :ИПК СФУ ; 2008. – Вып. 3.

**Электронные и интернет-ресурсы**

1. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов ; сост. Л. А. Франк ; Сиб. федерал. ун-т. - (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук.творч. коллектива Т.Г. Волкова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно–методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул.экрана. - ISBN 978-5-7638-1665-5 (комплекса). - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902484
2. Шишацкая, Е.И. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Банк тестовых заданий. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : контрольно-измерительные материалы/ Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая,   
   П. В. Миронов, Л.А. Франк.- Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук.творч. коллектива Т. Г. Волова).
3. [Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : лаб. практикум / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов](http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UMKD&P21DBN=UMKD&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=5&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I=&S21STR=512.89%28075%29%2F%D0%9268-033051). - Красноярск : ИПК СФУ, 2009. - on-line. - ISBN 978-5-7638-1772-0 . - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902484. Шифр 512.89(075)

**5.2. Перечень наглядных и других пособий,   
методических указаний и материалов   
к техническим средствам обучения**

1. Шишацкая, Е. И. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Презентационные материалы. Версия 1.0 [ Электронный ресурс] наглядное пособие / Е. И. Шишацкая. – Электрон.дан. (4 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
2. Интерактивные технические средства обучения: практ. руководство / сост. : А.Г. Суковатый, А.В. Казанцев, К.Н. Захарьин,   
   А. В. Сарафанов. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 81. с.
3. ГОСТ 7.1 – 2004 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

### Научно-методическая база данного курса включает комплексы лабораторного оборудования для изучения структуры и базовых свойств полимерных материалов, специализированное оборудование для процессинга полимеров и получения экспериментальных образцов изделий биомедицинского назначения, проведения тестирования биологической безопасности материалов и полимерных изделий, ведения клеточных культур и методов оценки их жизнеспособности.

Для наглядности восприятия и овладения навыками практической работы организуются экскурсии в Центры коллективного пользования приборами СФУ, КНЦ СО РАН и научные подразделения Института биофизики СО РАН (лаборатория хемоавтотрофного биосинтеза и опытным производством, аналитическая лаборатория, лаборатория фотобиологии) и Красноярского НИИ сельского хозяйства (биотехнологическая лаборатория).

**5.3. Контрольно-измерительные материалы**

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» включают вопросы к зачету и электронный банк тестовых заданий в адаптированном к системе тестирования UniTest 3.3.0 виде. Структура банка тестовых заданий приведена в табл. 7.

По дисциплине предусматривается входной, промежуточный и итоговый контроль. Входной контроль предшествует началу изучения теоретического материала, при этом вопросы входного контроля направлены на определение уровня знаний и компетенций, полученных студентами на предыдущих курсах обучения.

На базе банка тестовых заданий организуется промежуточный контроль знаний.

Сроки проведения указанных видов контроля приведены в прил. 3, где представлен график учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контрольстепени усвоения теоретического материала по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» осуществляется после изложения теоретического материала каждого модуля (см.  прил. 3).

В сроки, указанные в прил. 3, в рамках часов для самостоятельной работы на основе согласованного с преподавателем расписания в определенном компьютерном классе (или классах) индивидуально или для группы в целом организуется работа с банком тестовых заданий с помощью системы компьютерной проверки знаний тестированием UniTest. Для формирования комплексов тестовых заданий при проведении предварительного и промежуточного контроля в табл. 4.1. приведена структура банка тестовых заданий по дисциплине. Количество тестовых заданий, выдаваемых каждому студенту в рамках промежуточного контроля, в зависимости от объема модуля составляет от 25 до 45 тестовых заданий.

Банк тестовых заданий в адаптированном к системе тестирования   
UniTest 3.3.0 [www.unitest.lab.sfu-kras.ru] виде доступен для студентов в трех вариантах:

1) на отдельном электронном оптическом диске, прилагаемом к печатному учебному пособию «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»;

2) в составе полнокомплектного электронного учебно-методического комплекса;

3) на сервере контрольно-измерительных материалов на базе интернет-портала автоматизированных и виртуальных лабораторных практикумов Сибирского федерального университета [www.storage.lab.sfu-kras.ru].

Руководство пользователя системы UniTest доступно по электронному адресу www.lab.sfu-kras.ru/pdf/unitest3manual.pdf, а также представлено в качестве самостоятельного документа в составе электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии».

Итоговым контролем по данной дисциплине является зачет.

Составленный в УМКД перечень контрольных вопросов ранжирован по основным разделам (модулям) дисциплины.

**Экзаменационные вопросы**

**Модуль 1.** Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»

1. Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы.

2. Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях, основные требования, предъявляемые к ним.

3. Современное состояние работ в области медицинских материалов.

4. Биомедицинские области применения полимерных, керамических материалов и металлов.

5. Современное представление о клеточных технологиях, клеточной инженерии, клеточных культурах как составной части биотехнологии.

6. Роль клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ, применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике.

**Модуль 2.** Материалы медико-биологического назначения

1. Материалы, совместимые с живым организмом. Понятие биологической совместимости.

2. Металлы. Керамики. Композиты. Основные свойства и области применения в восстановительной хирургии.

3. Полимеры, их многообразие, структура. Свойства.

4. Подходы к созданию биосовместимых материалов с точки зрения физико-химических свойств.

5. Материалы, используемые в реконструктивной кардиохирургии для изготовления клапанов сердца, сосудов, сосудистых эндопротезов. Понятие гемосовместимости биоматериалов.

6. Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях для восполнения дефектов мягких тканей, внутренних органов, кожи, костной ткани.

7. Материалы для изготовления протезов и биоискусственных органов.

8. Устройства для разделения и диффузии веществ: искусственная почка, печень, селезенка.

9. Материалы для изготовления протезов органов зрения, слуха и обоняния.

10. Искусственное сердце. Характеристика применяемых конструкций. Новейшие решения с применением клеточных технологий.

11. Полимеры фармакологического назначения, комплекс необходимых свойств.

12. Методы, применяемые для разработки долговременных лекарственных форм с контролируемым выходом препаратов

13. Полигидроксиалканоаты в качестве матрикса для депонирования лекарственных средств.

**Модуль 3.** Методы изучения материалов биомедицинского назначения

1. Комплексная система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Система тестов, применяемая в США, странах ЕС, в России.

2. Физические и физико-химические методы исследования полимеров биомедицинского назначения. Спектроскопические методы анализа. Микрокалориметрия. Рентгеноструктурный анализ.

3. Биомедицинское тестирование биоматериалов.

4. Принципы и основные методы тестирования биоматериалов на биосовместимость. Санитарно-химические тесты.

5. Система тестов для токсикологических исследований invitro и invivo. Испытания на гемосовместимость.

6. Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения. Получение гидрогелей.

7. Переработка в биомедицинские изделия термопластичных полимеров. Переработка полимеров из растворов и твердофазных состояний.

**Модуль 4.** Тканевая реакция на имплантаты

1. Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия в системе «организм – имплантат».

2. Фазы воспалительно-репаративной реакции тканей и имплантаты и механизм образования капсул вокруг имплантатов.

3. Клеточные и межклеточные элементы, участвующие в тканевой реакции на имплантат. Особенности реакции на инородное тело из резорбируемых материалов и роль гигантских клеток инородных тел.

4. Кальцификация имплантатов. Факторы, влияющие на кальцификацию биоматериалов, механизмы кальцификации.

**Модуль 5.** Механизмы биодеструкции имплантатов

1.Биоразрушаемые синтетические полимеры: полилактиды, полигликолиды. Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин.

2. Полигидроксиалканоаты линейные, биосовметсимые, резорбируемые полиэфиры микробиологического происхождения: особенности, свойства, биомедицинский потенциал.

3. Биодеструкция имплантируемых материалов и конструкций *invivo.*

4.Механизмы биодеструкции имплантатов. Гидролитическая деструкция. Окислительная деструкция и катализ ионами металлов. Клеточная деструкция.

**Модуль 6.** Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии

1. История и проблемы развития культивирования животных клеток; становления и развития клеточных технологий. Источники и типы клеток.

2. Техника ведения клеточных культур. Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток. Клеточные линии: ограниченные и постоянные. Источники клеток: первичные клетки.

3. Стволовые клетки и источники их выделения. Типы культивационных систем для периодических и проточных культур клеток.

4. Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы.

5. Материалы, примененные для изготовления клеточных матриксов.

6. Методы получения и свойства пористых 2D и 3D клеточных матриксов.

**Модуль 7.** Специфика технологии ведения клеточных культур

1. Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики.

2. Оборудование, необходимое для работы с клеточными культурами. Системы и условия, необходимые для роста клеточных культур.

3. Культивирование клеток и тканей беспозвоночных. Культивирование клеток человека. Органная культура.

4. Потенциал клеточных технологий для лечения сердечно-сосудистой системы; реконструкции тканей пораженных внутренних органов, твердой и мягких тканей; суставов, мышечной ткани.

**Модуль 8.** Новейшие клеточные технологии

1. Клонирования высших животных. Гибридомная техника

2. Стволовые клетки. История вопроса. Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине.

3. Принципы проведения клеточной терапии с применением стволовых клеток.

4. Этические проблемы. Процесс передачи новых технологий в клиническую практику.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ   
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССАПО ДИСЦИПЛИНЕ   
В СИСТЕМЕ ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ

**6.1. Положение об организации учебного процесса в Сибирском федеральном университете с использованием зачетных единиц (кредитов)   
и балльно-рейтинговой системы**

В соответствии с Положением об организации учебного процесса в Сибирском федеральном университете с использованием зачетных единиц (кредитов) и балльно-рейтинговой системыорганизация учебного процесса с использованием системы зачетных единиц (з.е.) и балльно-рейтинговой системы (БРС) характеризуется следующими особенностями:

* использование Европейской системы переноса и накопления зачетных единиц (кредитов ECTS) и БРС для оценки успешности освоения студентами учебных дисциплин;
* использование основных инструментов ECTS: учебного договора «Learningagreement», программы курсов «CourseCatalogue», зачетной книжки «TranscriptofRecords»;
* полная обеспеченность учебного процесса всеми необходимыми методическими материалами в печатной и электронной формах: учебниками, методическими пособиями, учебно-электронными материалами, доступом к локальным и глобальным сетевым образовательным ресурсам;
* вовлечение в учебный процесс академических консультантов (тьюторов), содействующих студентам в формировании индивидуального учебного плана и контролирующих регистрацию учебных достижений;
* личное участие каждого студента в формировании своего индивидуального учебного плана на основе большой свободы выбора дисциплин.

Трудоемкость всех видов учебной работы в планах бакалавров и специалистов устанавливается в з.е., как правило, 1 з.е. = 36 академическим часам общей трудоемкости или 27 астрономическим часам. Трудоемкость всех видов работы в учебных планах магистров устанавливается в з.е. (кредитах) и, как правило, соответствует 30 часам общей нагрузки. Трудоемкость может корректироваться в ходе мониторинга учебного процесса по особому регламенту.

Таким образом, зачетная единица (кредит) является условным параметром, рассчитываемым на основе реалистичных экспертных оценок совокупных трудозатрат среднего студента, необходимых для достижения целей обучения. Зачетные единицы (кредиты) назначаются всем образовательным компонентам учебного плана.

##### Рекомендуемые нормативы расчета трудоемкости дисциплин и видов работы учебных планов представлены в табл. 9.

Таблица 9

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Расчет трудоемкости в з. е. |
| Общая трудоемкость;  трудоемкость дисциплины, включающая зачет и трудоемкость курсовых проектов (работ) | 1 з.е. = 36 акад.ч |
| Максимальная недельная трудоемкость;  трудоемкость 1 недели практики,  трудоемкость 1 недели итоговой аттестации | 1,5 з.е. = 54 акад. ч |
| Трудоемкость семестрового экзамена (3 дня подготовки и 1 день на экзамен) при выделении этой трудоемкости в учебном плане | 1 з.е. |
| Общая семестровая трудоемкость | 30 з.е. |
| Общая годовая трудоемкость | 60 з.е. |

##### Перевод баллов 100-балльной шкалы в их числовые коэффициенты и буквенные оценки представлены в табл. 10.

Таблица 10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка  в 100-балльной шкале | Оценка  в традиционной шкале | Буквенные эквиваленты  оценок в шкале ECTS  (% успешно аттестованных) |
| 84–100 | 5 (отлично) | А (отлично) – 10%  В (очень хорошо) – 25%  С (хорошо) – 30%  D (удовлетворительно) – 25%  E (посредственно) – 10% |
| 67–83 | 4 (хорошо) |
| 50–66 | 3 (удовлетворительно) |
| 0–49 | 2 (неудовлетворительно) | FX – неудовлетворительно, с возможной пересдачей  F – неудовлетворительно, с повторным изучением дисциплины |

Виды контроля

**Текущая аттестация** – аттестация во время семестра, включающая аттестацию на практических, семинарских занятиях, контрольных неделях, тестирование, защиту курсовых проектов (работ).

Оценка в 100-балльной шкале за выполнение и защиту курсового проекта (работы) может вноситься в ведомость, зачетную книжку и приложение к диплому.

**Промежуточная аттестация** – аттестация в период сессии включает зачеты и экзамены, предусмотренные учебным планом и действующим в СФУ Положением о промежуточной аттестации. Трудоемкость промежуточной аттестации устанавливается кафедрой в соответствии с п. 3.11 настоящего положения.

Неучастие в промежуточной аттестации в установленный срок без уважительной причины приравнивается к неудовлетворительной оценке. Если причина неучастия студента в промежуточном контрольном мероприятии является уважительной, преподаватель переносит это мероприятие для данного студента на другое время.

**Итоговая аттестация** (сдача государственных экзаменов), **оценка практик, защита дипломных проектов и работ,** предусмотренные учебным планом по направлению (специальности), осуществляются в установленном порядке. В перечисленных видах аттестаций используется 100-балльная шкала и учитываются отведенные учебными планами трудоемкости.

Трудоемкость дисциплины учебного плана представляется суммой трудоемкостей всех оцениваемых видов учебной работы.

Трудоемкости могут выражаться:

* в зачетных единицах (кредитах);
* в процентах и/или долях общей трудоемкости.

Трудоемкости *zi*, определенные в процентах от общей трудоемкости, дают максимальное количество баллов, которое студент может набрать по данному виду учебной работы.

Максимальное количество баллов, которое студент может набрать за текущую и промежуточную аттестации (зачет, экзамен) по дисциплине в семестре, распределяется в пропорции:

* текущая работа – 50 баллов;
* промежуточная аттестация – 50 баллов.

Решением кафедры допускается изменение пропорции в пределах ±10 баллов, при сохранении 100 баллов по дисциплине в целом.

***Средневзвешенная оценка***

Средневзвешенная оценка (*b*) по дисциплине устанавливается, как сумма оценок (*bi*), умноженных на трудоемкость (*zi*) оцениваемых видов учебной работы за период аттестации, деленная на общую трудоемкость дисциплины за период аттестации (округляется до целых, может принимать значения от 0 до 100):



где *i* = 1, 2,…., *m* – номера оцениваемых видов учебной работы;   
*m* – количество оценок.

Если общую трудоемкость по дисциплине за период аттестации считать равной 1 (*z1+z2+….+zm=*1), то трудоемкости *zi* становятся весовыми коэффициентами оценок bi в расчете средневзвешенной оценки. Произведение весовых коэффициентов на оценки bi дает количество баллов, набираемых студентом по данному виду работ, а сумма баллов по всем видам работ и будет средневзвешенной оценкой.

Средневзвешенная оценка может переводиться в традиционную четырехбальную шкалу или буквенную шкалу ECTS и выставляется:

* за период аттестации по модулю (по видам работы);
* за период аттестации по дисциплине (по модулям);
* за текущую работу в семестре по результатам прошедших аттестаций;
* за семестр в целом с учетом баллов за зачет;
* за семестр в целом с учетом баллов за экзамен;
* за учебный год и весь срок освоения основной образовательной программы.

Если по дисциплине имеется несколько средневзвешенных оценок (например, если дисциплина изучается несколько семестров), то итоговая оценка по дисциплине рассчитывается также как средневзвешенная.

Таблица трудоемкости модулей и видов учебной работы в относительных единицах приведена в прил.2.

Трудоемкость по модулям распределена неравномерно в связи с их ролью при формировании компетенций. На первый модуль выделено 15% трудоемкости, так как он в меньшей степени влияет на формирование компетенций, на второй и третий модули выделено по 42,5% в связи с их равным влиянием.

По отдельным видам трудоемкость распределена следующим образом:

20% – посещаемость лекционных занятий для обеспечения непосредственного контакта преподавателя при изучении теоретического материала и определения направленности самостоятельной работы;

25% – выполнение лабораторных работ на аудиторных занятиях в связи с практической направленностью дисциплины;

5% – выполнение реферата;

50% – сдача экзамена.

**6.2. Трудоемкость модулей и видов учебной работы   
по дисциплине «Материалы для медицины,   
клеточной и тканевой инженерии»**

Освоение дисциплины включает аудиторную и самостоятельную работу студентов (см. разд. 2,3)

Аудиторная работа включает прослушивание студентами теоретического курса и выполнение цикла лабораторных работ.

В **лекциях** излагаются основные сведения по темам, разделам курса, новейшие достижения и тенденции развития биоматериаловедения, клеточной и тканевой инженерии.

В ходе **лабораторных работ** студенты изучают типы полимеров, осваивают методы изучения свойств и биотестирования полимеров и изделий из них; осваивают технику получения и ведения клеточных культур, регистрации пролиферативной активности и дифференцировки, анализирует полученные результаты.

Во время **самостоятельной работы** студенты по рекомендованной литературе работают над выполнением отдельных разделов и тем дисциплины.

Выполняемые виды учебной работы и их трудоемкость оцениваются   
в относительных единицах (прил. 2). Оценка каждого студента в относительных единицах при изучении дисциплины складывается из следующих составляющих:

1. Посещаемость лекций (18 %).

2. Выполнение и защита лабораторных работ (21 %).

3. Промежуточный контроль (16 %).

4. Входное тестирование (5 %).

5. Сдача экзамена (40 %).

Учитывая, что трудоемкость текущей работы составляет 60%, каждому виду учебной работы присваивается следующая максимальная относительная оценка (соответствующая оценке «отлично» при общепринятой пятибалльной системе):

1. Посещение одной лекции – 1 %.

2. Выполнение и защита одной лабораторной работы – 1,2 %.

3. Один промежуточный контроль – 4 %.

4. Одно входное тестирование – 0,28 %.

В зависимости от качества выполнения того или иного вида работы отмечаются колебания оценки, которые отражаются виде рейтинга.

Документацией учета рейтинга является рабочая тетрадь студента,   
с которой он приходит на экзамен. В тетради на первой странице в таблице рейтинга регистрируются оценочные единицы. Далее заносятся отчеты о выполнении лабораторных работ по установленной форме.

Определение рейтинга в относительных единицах:

1. Выполнение и защита лабораторной работы. Критерием выполнения работы является полное соответствие требованиям согласно установленной форме и сдача преподавателю.

2. Промежуточный контроль. Оценка «отлично» соответствует 4 %, «хорошо» – 3,5 %, «удовлетворительно» – 3 %.

3. Тестирование. Оценка «отлично» соответствует 0,28 %, «хорошо» – 0,25 %, «удовлетворительно» – 0,22 %.

В таблицу рейтинга вносятся максимальные и дифференцированные показатели по каждому модулю дисциплины, а также общий рейтинг студента за семестр. Сумма полученных баллов учитывается при сдаче экзамена. Высокий рейтинг студента (58–60 баллов) допускает получение итоговой отличной оценки без сдачи экзамена.

ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение1*

**Структура и содержание модулей дисциплины**

**«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»**

Таблица 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование модуля,  срок его  реализации | Перечень тем лекционного курса, входящих  в модуль  (Перечень тем в соответствии с п. 3.2) | Перечень лабораторных занятий, входящих в модуль  (Перечень лабораторных работ в соответствии с п. 3.4 | Перечень самостоятельных видов работ, входящих в модуль, их конкретное наполнение  (Перечень видов работ и их содержания в соответствии с п.3.5) | Формируемые компетенции | Умения | Знания |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Модуль 1  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»**  1–2-я недели | Темы 1.1, 1.2., 1.3 | Лабораторные занятия  1.1 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам:  1.1, 1.2., 1.3., 1.4,  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 12 | Формировать диагностические решения проблем, основанные на исследованиях. Путем интеграции знаний в различных областях биотехнологии; выносить квалифицированные суждения о предмете и его составляющих | Теоретические основы, основные понятия наук биологического профиля (биотехнологии, химии высокомолекулярных соединений, генетики, клеточной и тканевой инженерии), в т.ч. находящихся на передовом рубеже в области современной биотехнологии |

Продолжение табл. 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | Модуль 2  **Материалы медико-биологического назначения**  3–4-я  недели | Темы 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 | Лабораторные занятия  2.1.–2.6 | Подготовка и защита реферата  Самостоятельное изучение теоретического курса по темам:  2.1, 2.2, 2.3, 2.4,  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Уметь пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями биоматериаловедения, современных биотехнологических процессов, базирующихся на принципах и методах культивирования клеток, тканей и органов; уметь сформулировать задачу и реализовать на практике основные приемы для реализации технологии ведения клеточных культур; знание тестов, необходимых для изучения и тестирования новых биоматериалов | Теоретические основы, основные понятия классификации, структуры и свойства биоматериалов; область и методы их переработки и применения |
| 3 | Модуль 3  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения.**  5– 6-я недели | Темы 3.1, 3.2 | Лабораторные занятия  3.1,3.2, 3.3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам:  3.1, 3.2, 3.3.  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Уметь использовать основные понятия и принципы химии высокомолекулярных соединений и клеточных макромолекул, пользоваться аналитической аппаратурой для очистки и детекции физико-химических и биологических свойств новых материалов; знать принципы и приемы данной области применения | Теоретические основы, основные понятия химии и биотехнологии полимерных материалов; пути и способы, области и перспективы применения в практической сфере |

Продолжение табл. 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | Модуль 4  **Тканевая реакция на имплантаты**  7-я неделя | Темы 4.1, 4.2 | – | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам4.1, 4.2 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Демонстрировать умение владения методами и инструментами биотестирования и оценки реакций *invivo* на имплантациию и инородное тело; разрабатывать обоснованные пути решения применнения новых материалов в биомедицине | Глубокие теоретические знания комплекса наук о клетках и тканевой инженерии, методах и техники ведения клеточных культур как основы конструирования биоискусственных органов и тканей, принципах получения и использования функциональных имплантатов и элементов для реконструктивной медицины |
| 5 | Модуль 5  **Механизмы биодеструкции имплантатов**  8-я неделя | Темы  5.1, 5.2 | – | Подготовка и защита реферата.  Самостоятельное изучение теоретического курса по темам5.1, 5.2  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Умение планировать и реализовывать эксперименты с лабораторными теплокровными животными, владеть техникой оперативного вмешательства,понимать механизмы взаимодействия имплантатов и тканей организма-реципиента; комплексе ответных физиолого-биохимических и адаптивных реакций с целью разработки эффективных способов реконструктивной хирургии и трансплантологии для повышения качестве жизни и улучшения методов реконструктивной биомедицины | Знание основ функционирования материалов в биологических средах, механизмах химического гидролиза и биологической резорбции; принципов современного биоматериловедения и разработки биоискусственных органов и тканей; знание основных теорий принципов стабильности и биодеструкции биосовместимых материалов в биологических средах |

Окончание табл. 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 6 | Модуль 6  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии**  9–10-я недели | Темы6.1, 6.2, 6.3 | Лабораторные занятия  6.1,6.2, 6.3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам 6.1, 6.2  Подготовка к ПК | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Владение базовыми знаниями и методами клеточной и генетической инженерии; знание принципов и умение их использовать для получения целевых продуцентов, элементов для реконструктивного тканегенеза | Глубокие знания и теоретические основы, основные понятия молекулярной биологии, клеточной и тканевой инженерии; понимание необходимости совершенствования и расширения сфер применения; знание и оценка потенциальных рисков биотехнологии |
| 7 | Модуль 7  **Специфика технологии ведения клеточных культур**  11-я неделя | Темы 7.1, 7.2 | Лабораторные занятия  7.1, 7.2, 7.3 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам 7.1, 7.2, 7.3 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Умение понять и глубоко осмыслить задачи, стоящие перед биотехнологическими процессами, основанными на использовании функционирующих клеток и тканей invitro; демонстрировать способность постановки необходимых задач и умение правильно решить их на практике | Способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области клеточных и тканевых биотехнологий; знание научных основ, путей и способов получения и применения биологических препаратов для повышения качества ведения реконструктивных процессов и операций |
| 8 | Модуль 8  **Новейшие клеточные технологии**  12-я неделя | Темы: 8.1, 8.2 | Лабораторные занятия:  8.1, 8.2 | Самостоятельное изучение теоретического курса по темам: 8.1, 8.2 | ОК – 1, 2, 3, 4, 5, 6  ПК – 1, 2, 3, 12 | Способность выделять главные проблемы клеточной биологии и инженерии; планировать, проводить и докладывать результаты эксперимента; способность ставить биотехнологические задачи и разрабатывать новые высокие биотехнологии | Глубокие знания и использование основных теорий, концепций и принципов современной биотехнологии понимание проблем современной биотехнологии; использование фундаментальных биологических представлений для постановки и решения актуальных задач |

*Приложение 2*

**Трудоемкость модулей и видов учебной работы в относительных единицах по дисциплине   
«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии», по направлению «Биология»**

**Института фундаментальной биологии и биотехнологии, 12-й семестр**

Таблица 11

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Название  модулей  дисциплины | Срок реализации модуля | Текущая работа (50 %) | | | | | | | | | Аттестация  (50 %) | | Итого |
| Виды текущей работы | | | | | | | | | сдача зачета | сдача экзамена |
| посещаемость  лекций | выполнение и защита лабораторных работ | практические и семинарские занятия | выполнение и защита курсовых проектов | выполнение и защита РГЗ | подготовка и сдача рефератов | решение комплектов задач | промежуточный контроль | другие виды (по решению кафедры) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Всего  зачетных  единиц | 3 | 21,0 | 23,8 |  |  |  | 2,6 |  | 2,6 |  |  | 50 | 100 |

Продолжение табл. 11

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1.1 | Модуль 1  **Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»** | 1–2-я недели | 4,0 | 1,3 | – | – | – | – | – | 0,65 | – | – | – | 5,95 |
| 1.2 | Модуль 2  **Материалы медико-биологического назначения** | 3–4-я недели | 5,3 | 8,0 | – | – | – | 1,3 | – | – | – | – | – | 14,6 |
| 1.3 | Модуль 3  **Методы изучения материалов биомедицинского назначения** | 5–6-я недели | 2,6 | 4,0 | – | – | – | – | – | 0,65 | – | – | – | 7,25 |
| 1.4 | Модуль 4  **Тканевая реакция на имплантаты** | 7-я  неделя | 2,6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,6 |
| 1.5 | Модуль 5  **Механизмы биодеструкции имплантатов** | 8-я  неделя | 1,3 | – | – | – | – | 1,3 | – | – | – | – | – | 2,6 |

Окончание табл. 11

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1.6 | Модуль 6  **Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии** | 9–10-я недели | 2,6 | 2,6 | – | – | – | – | – | 065 | – | – | – | 5,85 |
| 1.7 | Модуль 7  **Специфика технологии ведения клеточных культур** | 11-я  неделя | 1,3 | 5,3 | – | – | – | – | – | 0,65 | – | – | – | 7,25 |
| 1.8 | Модуль 8  **Новейшие клеточные технологии** | 12-я  неделя | 1,3 | 2,6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,9 |

**ГРАФИК**

**учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплине**

**«Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии»**

**направления«Биология», Института фундаментальной биологии и биотехнологии, 12-й семестр**

Таблица 12

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование  дисциплины | Семестр | Число часов аудиторных занятий | | Форма  контроля | Часов на самостоятельную работу | | Недели учебного процесса семестра | | | | | | | | | | | |
| всего | по видам | всего | по видам | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии | 11 | 24 | Лекции – 8 | зачет | 48 | ТО – 44 | ТО | – | ТО | – | ТО | – | ТО | – | ТО | – | ТО | – |
|  | – | РФ – 4 | – | – | ВРФ | СРФ | – | – | – | ВРФ | СРФ | – | – | – |
| Лабораторные – 16 | ЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР | – | ВЛР СЛР |
|  | ПК | – | – | – | ПК | – | – | – | ПК | – | – | – | ПК |

**Условные обозначения:** ТО – изучение теоретического курса; РФ – реферат; ВТР – выдача темы реферата; СРФ – сдача реферата; ЛР – лабораторные работы;ВЛР – выдача лабораторной работы; СЛР – сдача лабораторной работы;ПК – промежуточный контроль (тестирование).

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Г.Волова

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.

Приложения 4

Возможность доступа студентов к электронным фондам учебно-методической документации по направлению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование  дисциплины | Ссылка на информационный ресурс | Наименование  разработки в электронной форме | Доступность |
|  | 020200.68.24 «Микробиология и биотехнология» | http://lib.sfu-kras.ru/ecollections/umkd.php;  http://liber.lib.sfu-kras.ru/phpopac/get\_url.php?part=ft\_sfu/b28/0110942.pdf ;  www.biblioclub.ru | 1.1. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Т. Г. Волкова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов ; сост. Л. А. Франк ; Сиб. федерал. ун-т. - (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук.творч. коллектива Т.Г. Волкова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно–методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул.экрана. - ISBN 978-5-7638-1665-5 (комплекса). - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902484  2. Шишацкая, Е. И. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Банк тестовых заданий. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : контрольно-измерительные материалы / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая,  П. В. Миронов, Л. А. Франк.- Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук.творч. коллектива Т. Г. Волова).  3. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Т. Г. Волкова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов ; Сиб. федерал.ун-т. - Версия 1.0. - Электронные данные (PDF ; 3 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2009. - 116 on-line. - (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2007 / рук.творч. коллектива Т.Г. Волкова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул.экрана. - ISBN 978-5-7638-1772-0 (лабораторного практикума). - № гос.3.Кузнецов А.Е. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие. В 2-х томах. Т. 1. Допущено Учебно-методическим объединением в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности "Биотехнология"/ А. Е. Кузнецов Н. Б. Градова С. В. Лушников. 2-е изд., (эл.) – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 629 с. | Свободный доступ,  Доступ СФУ, по подписке |
|  |  |  |  |  |

Приложение 5

Обеспеченность учебно-методической документацией по дисциплине

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование**  **дисциплины** | **Наименование**  **учебников, учебно-методических,**  **методических пособий, разработок**  **и рекомендаций** | **Количество экземпляров** | **Обеспеченность студентов учебной литературой (экземпляров на одного студента)** |
| 1 |  | Льюин, Б. Гены / Б. Льюин ; пер. с англ. И. А. Кофиади [и др.] ; ред. Д. В. Ребриков. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 896 с. :цв. ил. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 882-886. | 21 |  |
| Льюин, Б. Клетки  / ред. Б. Льюин [и др.] ; пер. с англ. И. В. Филиппович ; ред. пер. с англ. Ю. С. Ченцов. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 951 с. :цв. ил. - Библиогр.: с. 913-914. - Предм. указ.: с. 937-941 | 31 |  |
| Джаксон, Мейер.    Молекулярная и клеточная биофизика [Текст] = MolecularandCellularBiophysics : пер. с англ. / М. Б. Джаксон. - М. : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. : ил. - Библиогр.: с.524-539; Предм. указ.: с. 540-551 | 5 |  |
| Волова, Т. Г. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: учеб.пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 56 с. |  |  |
| Гистология, эмбриология, цитология [Текст] : учебник / под ред.: Э. Г. Улумбеков, Ю. А. Челышев. - Изд. 3-е., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 405 с. + Прил.: 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - Предм. указ.: с. 396-405. - ISBN 978-5-9704-1010-3 | 1 |  |
| Репродуктивное здоровье: Учеб. пособие / Под ред. Е.В. Радзинского. – М.: РУДН, 2011. – 727 с. | 5 |  |